Machine Translated by Google

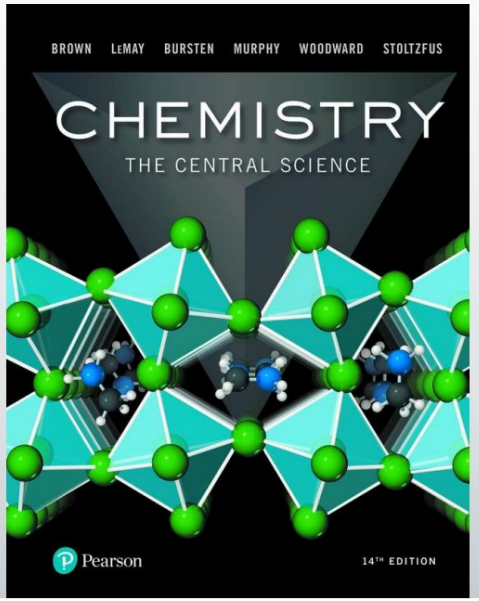
Chapter 7

Periodic Properties of the Elements

Dr. Morad Mustafa

Department of Pharmacy

Al-Zaytoonah University of Jordan



Machine Translated by Google

7.2الشحنة النووية الفعالة

- تزداد قوة الجذب بين الإلكترون والنواة مع زيادة الشحنة النووية وتقل مع ابتعاد الإلكترون عن النواة.

- في الذرة متعددة الإلكترونات، بالإضافة إلى انجذاب كل إلكترون إلى النواة، فإن كل إلكترون يتعرض للتنافر بسبب الإلكترونات الأخرى.

- يتم حجب كل إلكترون في الذرة المتعددة الإلكترونات عن النواة بواسطة الإلكترونات الأخرى.

- تسمى الشحنة النووية المحجبة جزئيًا بالشحنة النووية الفعالة

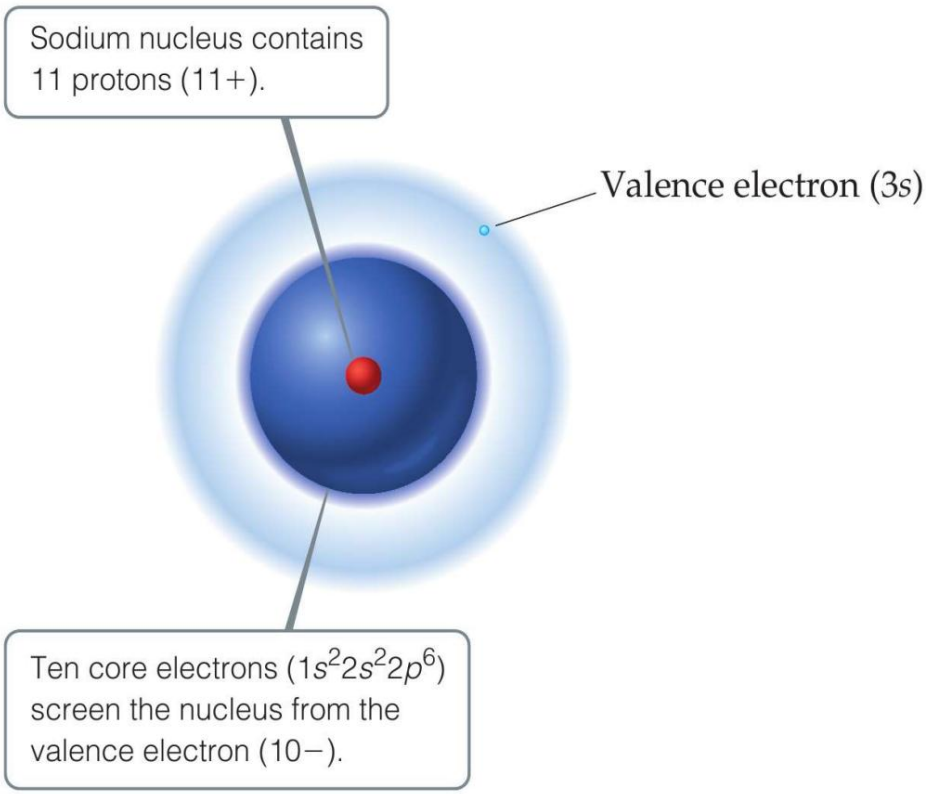
تهمة، زيف.

Machine Translated by Google

7.2الشحنة النووية الفعالة

كمية الفحص
الشحنة النووية الفعلية (Z)هي
يتم تحديدها باستخدام الفحص
(س) مضاف إليه
عدد، بحيث
ثابت

$$Z_{\text{eff}} = Z - S$$



$$Z_{\text{eff}} = 11 - 10 = 1$$

Machine Translated by Google

7.2الشحنة النووية الفعالة

يشرح مفهوم الشحنة النووية الفعالة أيضًا تأثيرًا مهمًا: بالنسبة للذرة ذات الإلكترونات المتعددة، تزداد طاقات المدارات التي لها نفس قيمة nمع زيادة القيمة. تزداد الشحنة النووية الفعالة من اليسار إلى اليمين عبر أي فترة الجدول الدوري.

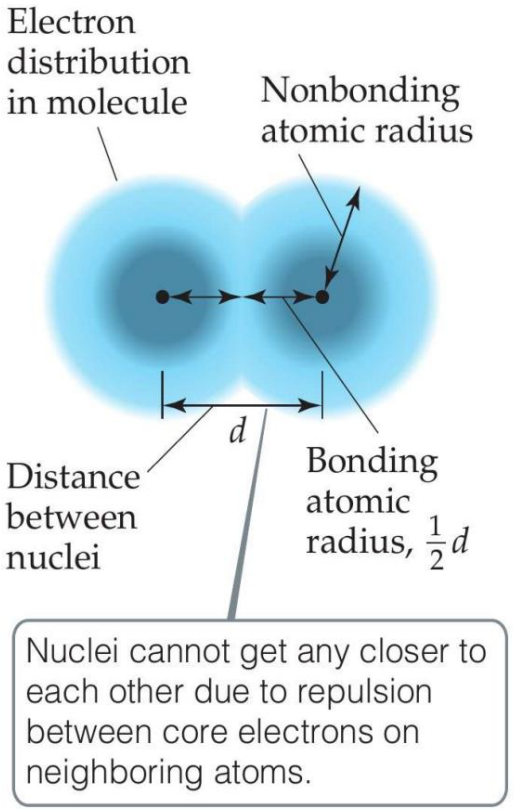
l $(\text{i. e.,}\ \ ns < np < nd)$.

تزداد الشحنة النووية الفعالة قليلاً كلما انحدرنا إلى أسفل العمود لأن سحابة الإلكترونات الأساسية الأكثر انتشارًا تكون أقل قدرة على حجب الإلكترونات التكافؤية عن الشحنة النووية.

Machine Translated by Google

7.3أحجام الذرات والأيونات

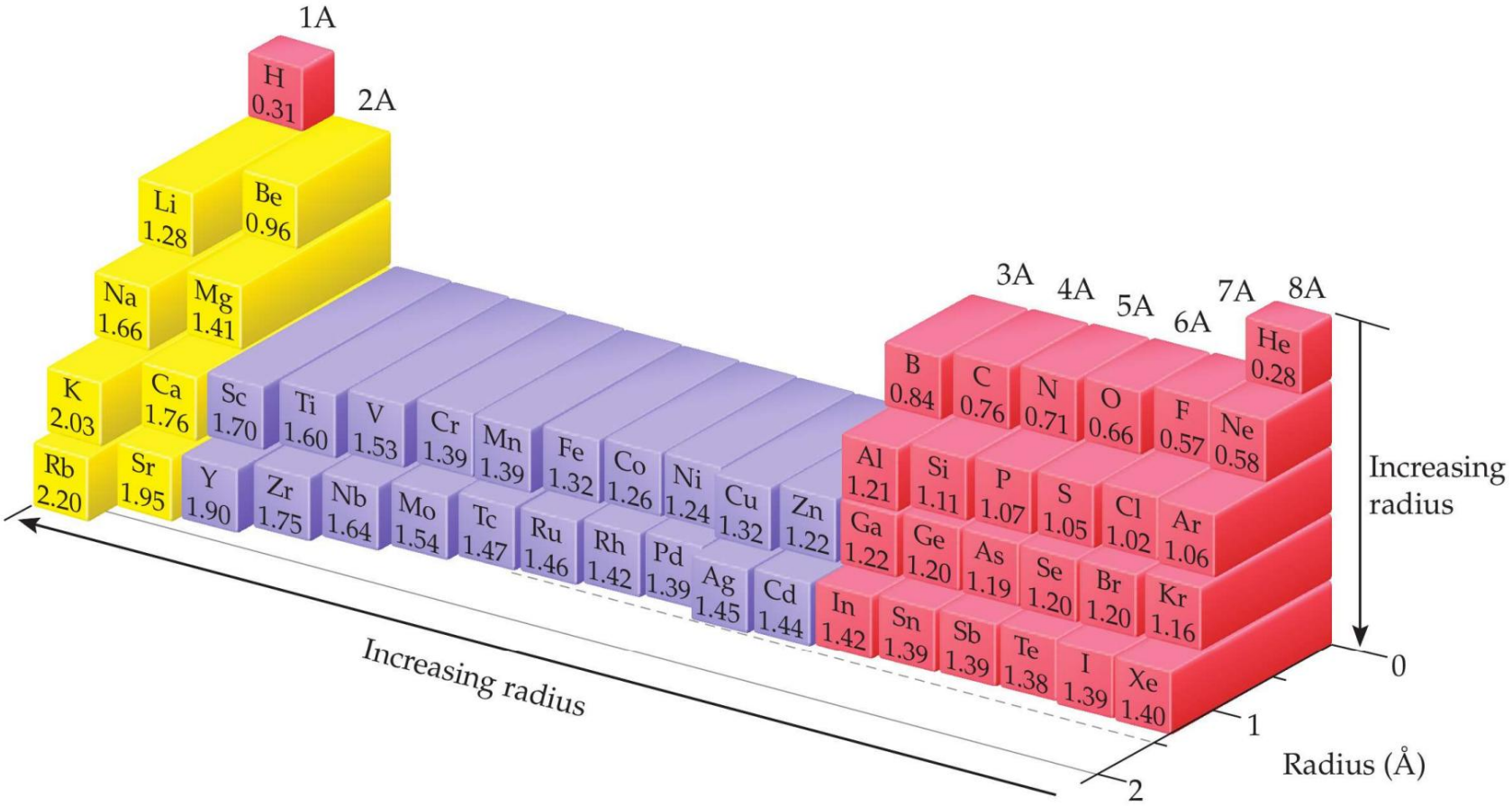
- وفقًا للنموذج الميكانيكي الكمومي، لا تمتلك الذرات حدودًا محددة بوضوح يصبح توزيع الإلكترون عندها صفرًا.
- يُطلق على نصف قطر الذرة اسم نصف قطر الذرة غير الرابطة أو نصف قطر فان دير فالس.
- نصف قطر الرابطة الذرية (المعروف أيضًا بنصف القطر التساهمي) لأي ذرة في الجزيء يساوي نصف مسافة الرابطة .d



▲ **Figure 7.6** **Distinction between nonbonding and bonding atomic radii within a molecule.**

Machine Translated by Google

7.3أحجام الذرات والأيونات



▲ **Figure 7.7** **Trends in bonding atomic radii for periods 1 through 5.**

Machine Translated by Google

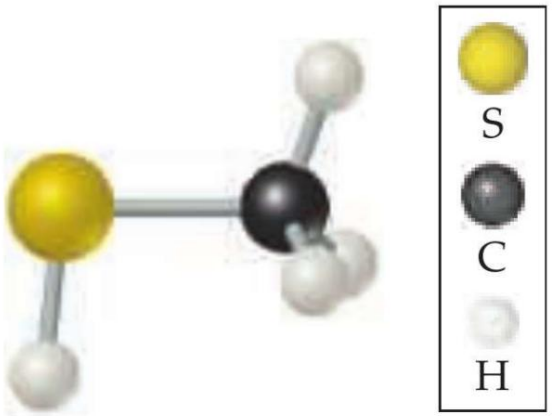
نموذج تمرين 7.1

الغاز الطبيعي المستخدم في التدفئة المنزلية والطهي عديم الرائحة. ولأن تسرب الغاز الطبيعي يشكل خطر الانفجار أو الاختناق، يتم إضافة مواد ذات رائحة كريهة مختلفة إلى الغاز للسماح باكتشاف التسرب. ومن بين هذه المواد ميثيل ميركابتان، . CH3SHاستخدم الشكل 7.7للتنبؤ بأطوال الروابط C—SوC—H وS—H في هذا الجزيء.

طول الرابطة $C - S = 0.76 + 1.05 = 1.81$ Å

طول الرابطة $C - H = 0.76 + 0.31 = 1.07$ Å

طول الرابطة $S - H = 1.05 + 0.31 = 1.36$ Å



Methyl mercaptan

Machine Translated by Google

7.3أحجام الذرات والأيونات

الاتجاهات الدورية في نصف القطر الذري

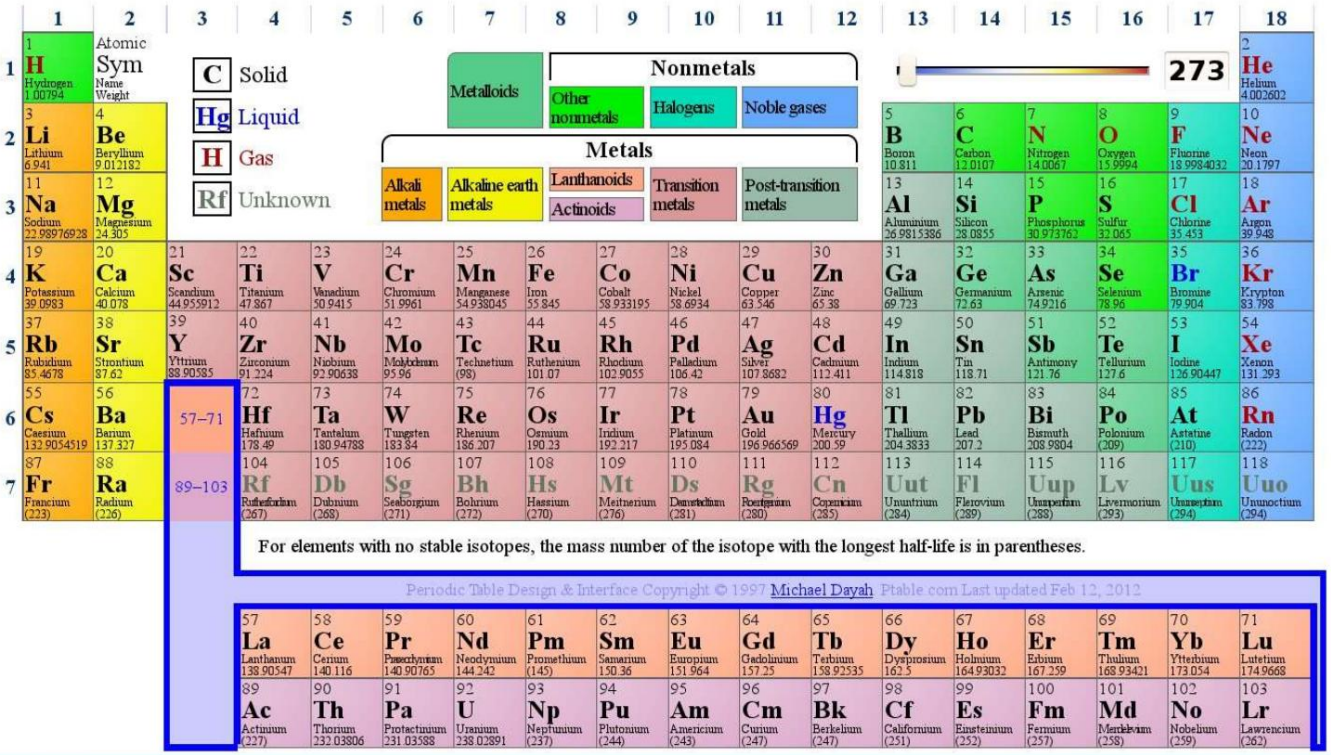
داخل كل مجموعة، يميل نصف قطر الذرة الرابطة إلى الزيادة من الأعلى إلى الأسفل: ينتج هذا الاتجاه في المقام الأول من الزيادة في العدد الكمي الرئيسي (n)للإلكترونات الخارجية.

في كل فترة، يميل نصف قطر الذرة الرابطة إلى الانخفاض من اليسار إلى اليمين: العامل الرئيسي الذي يؤثر على هذا الاتجاه هو زيادة الشحنة النووية الفعالة زيف عبر فترة. تعمل الشحنة النووية الفعالة المتزايدة على جذب الإلكترونات التكافؤية بشكل مطرد إلى أقرب إلى النواة، مما يتسبب في انخفاض نصف قطر الذرة الرابطة.

Machine Translated by Google

نموذج تمرين 7.2

بالرجوع إلى الجدول الدوري، رتب (قدر الإمكان) الذرات ،Al ،C ،B وSi حسب تزايد الحجم.

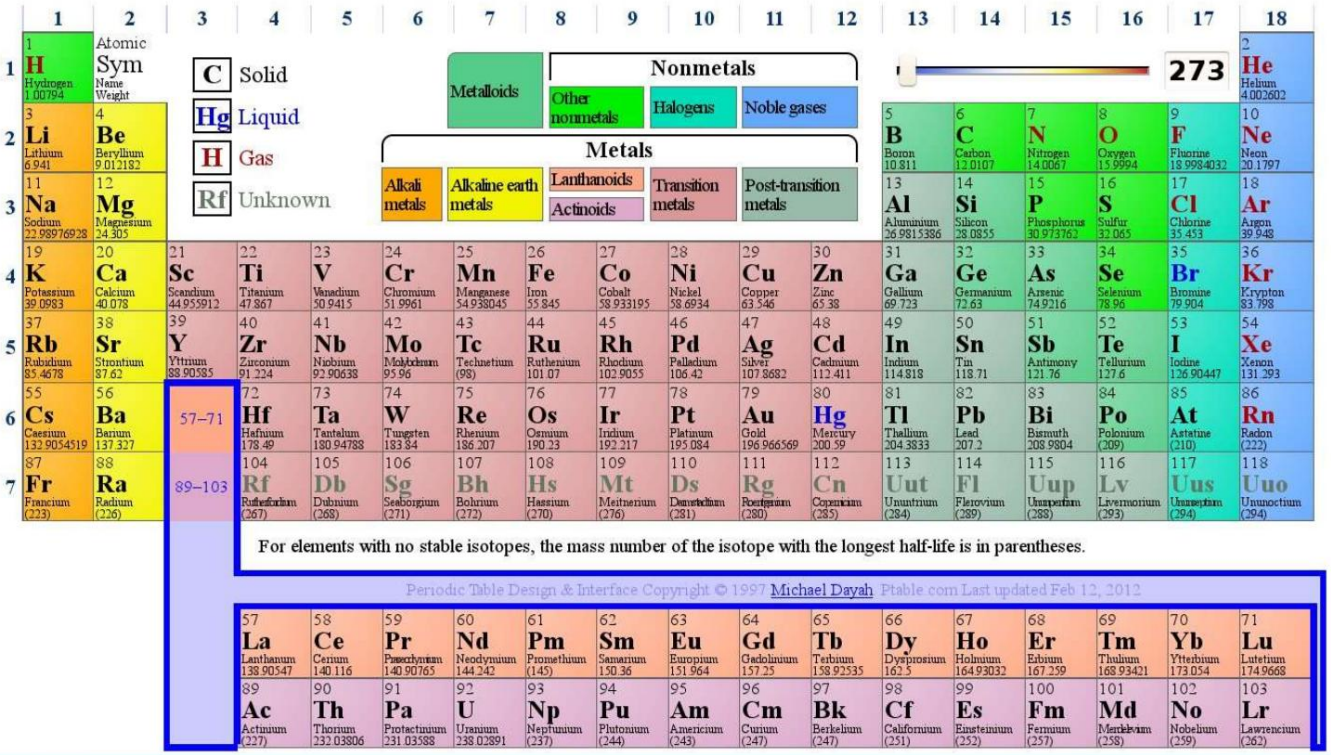


- C < B < Si < Al

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي :7.2تمرين عملي 1

بالرجوع إلى الجدول الدوري، ضع الذرات التالية حسب ترتيب زيادة نصف قطر الرابطة الذرية:
N، O، P، Ge.



 O < N < P < Ge

Machine Translated by Google

الاتجاهات الدورية في الأقطار الأيونية

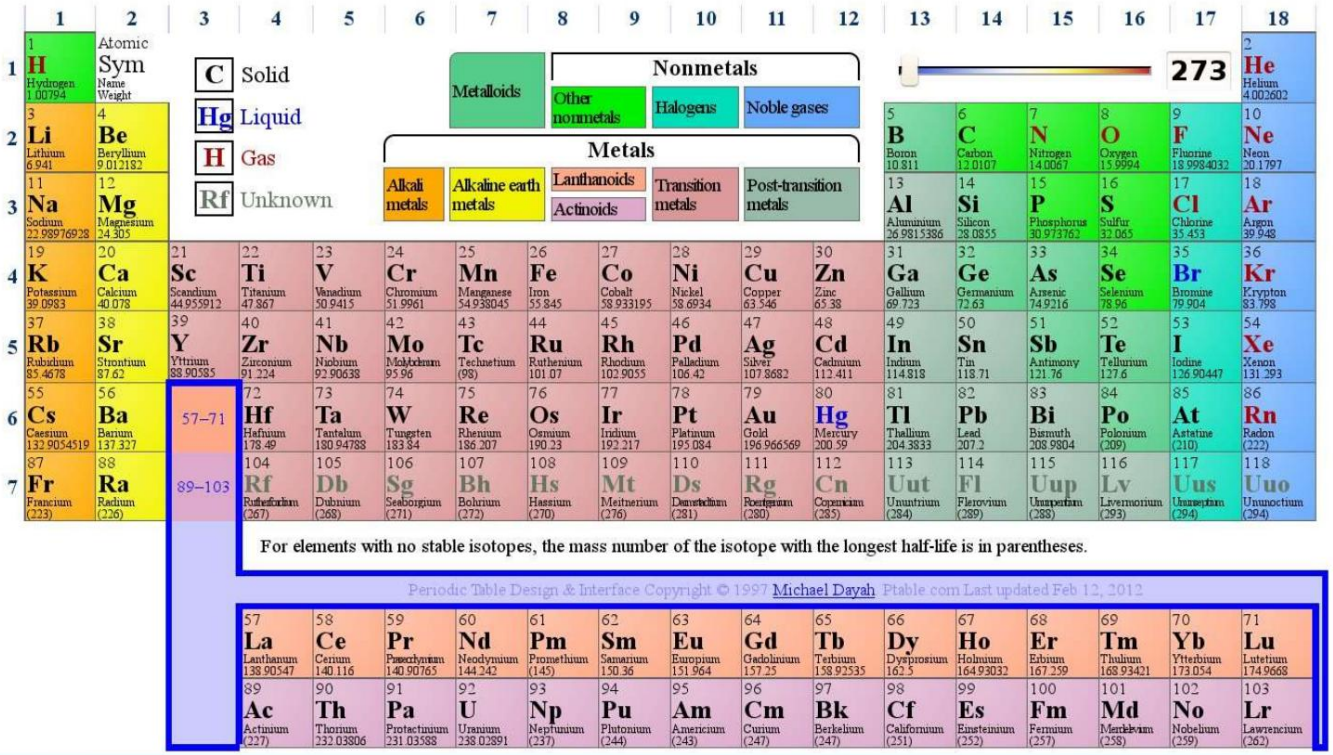
عندما يتشكل كاتيون، يقل عدد تنافر الإلكترونات؛ وبالتالي، تكون الكاتيونات أصغر من ذراتها الأصلية. عندما تضاف الإلكترونات إلى ذرة لتكوين أنيون، فإن تنافر الإلكترونات المتزايد يتسبب في انتشار الإلكترونات بشكل أكبر في الفضاء؛ وبالتالي، تكون الأنيونات أكبر من ذراتها الأصلية.

بالنسبة للأيونات التي تحمل نفس الشحنة، يزداد نصف القطر الأيوني كلما انتقلنا إلى أسفل عمود في الجدول الدوري.

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 7.3

قم بترتيب Mg2+ و Ca2+ و Caحسب تناقص نصف القطر.

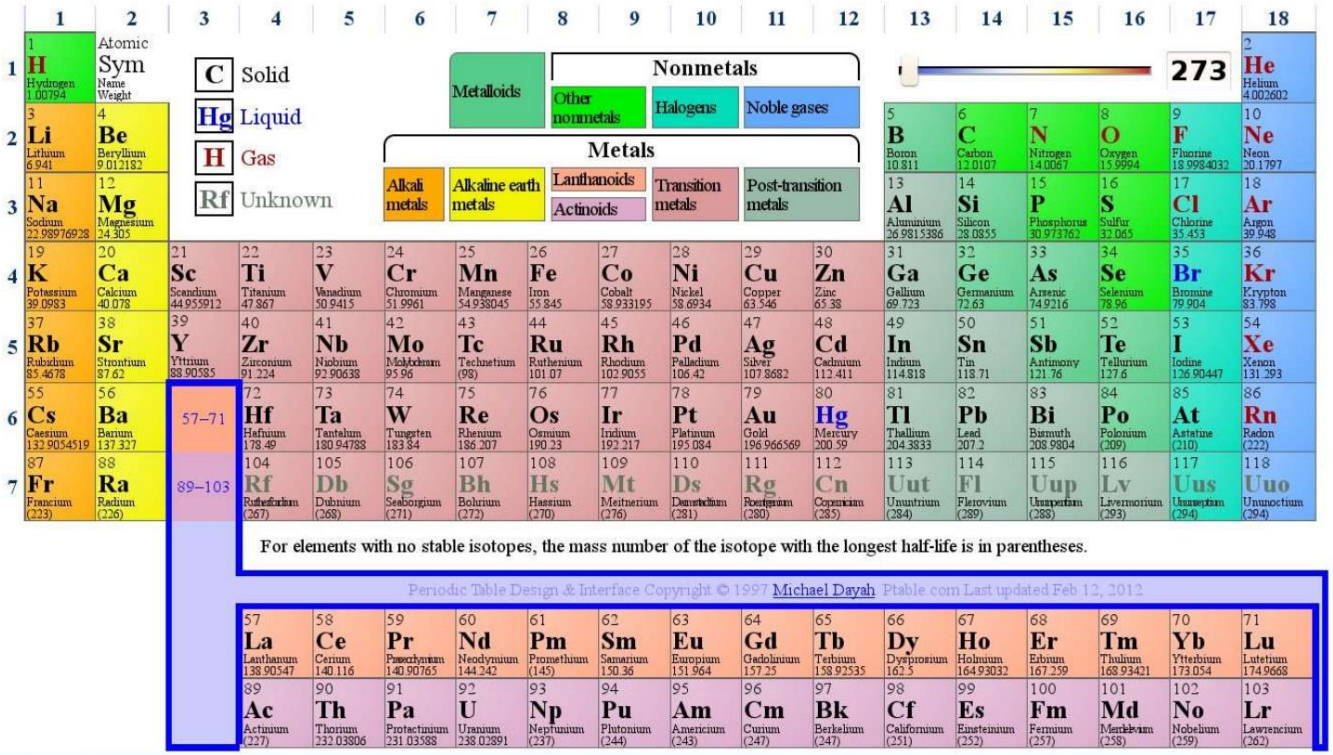


- Ca > Ca2+ > Mg2+

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي :7.3تمرين عملي 1

رتب الذرات والأيونات التالية حسب تزايد نصف القطر الأيوني: Cl، F، S2–، Se2– .و



- F < Cl < S2– < Se2–

Machine Translated by Google

7.3أحجام الذرات والأيونات

السلسلة المتساوية الإلكترونات هي مجموعة من الأيونات تحتوي جميعها على نفس عدد الإلكترونات.

في أي سلسلة متساوية إلكترونيًا، نظرًا لأن عدد الإلكترونات يظل ثابتًا، فإن نصف القطر الأيوني يتناقص مع زيادة الشحنة النووية حيث تنجذب الإلكترونات إلى النواة بقوة أكبر:

Increasing nuclear charge ⟶

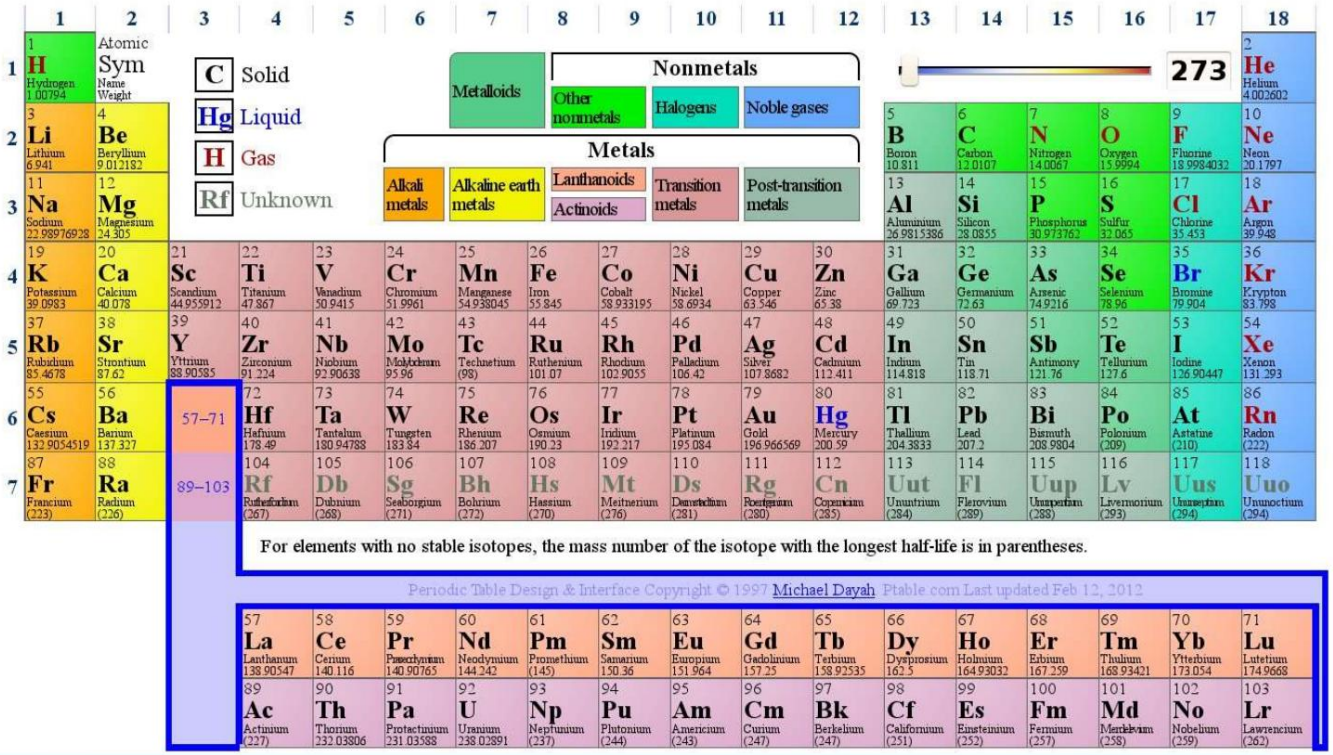
8 protons	9 protons	11 protons	12 protons	13 protons
10 electrons	10 electrons	10 electrons	10 electrons	10 electrons
O^{2-}	F^{-}	Na^{+}	Mg^{2+}	Al^{3+}
1.26 Å	1.19 Å	1.16 Å	0.86 Å	0.68 Å

Decreasing ionic radius ⟶

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 7.4

كل Ca2+ ، و S2– بالترتيب تنازليًا من حيث الحجم. رتب أيونات K+،

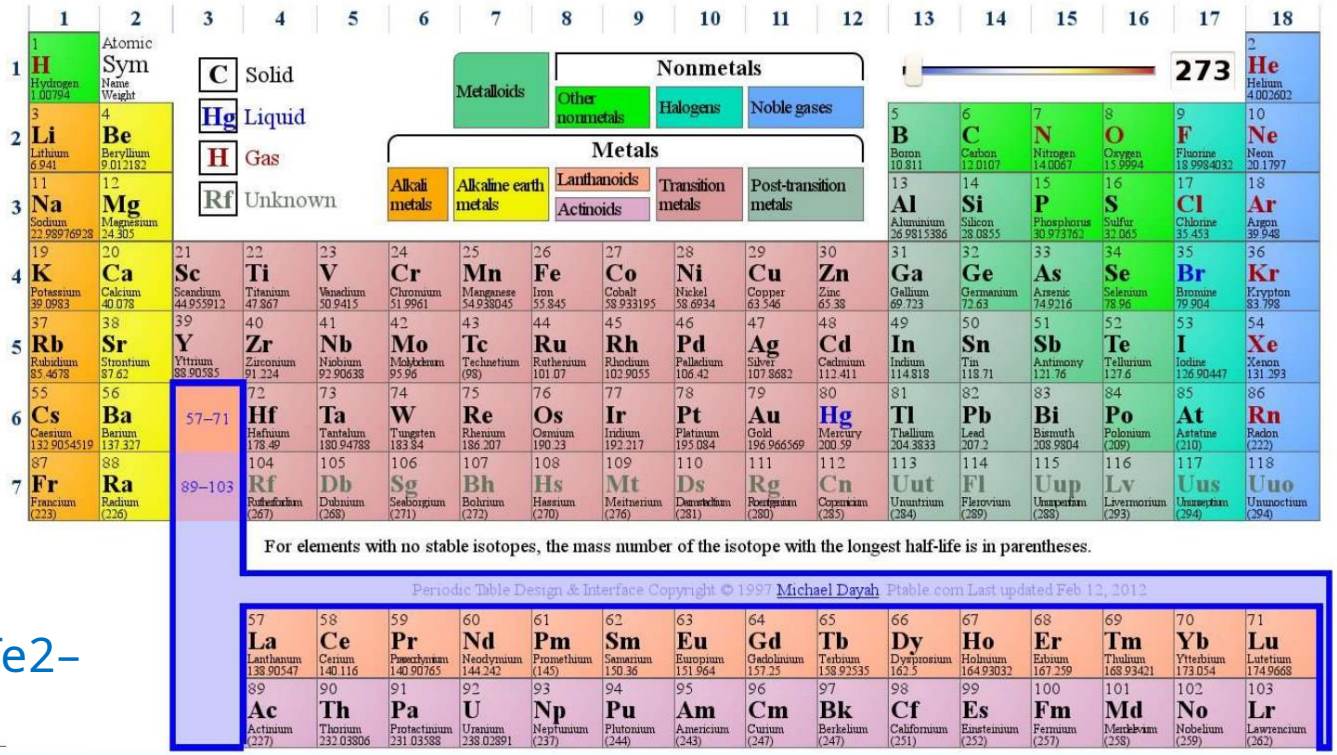


- S2– > Cl– > K+ > Ca2+

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي :7.4تمرين عملي 1

, ر ب+ ,رتب الأيونات التالية حسب تزايد نصف القطر الأيوني: . Te2–، Sr2+، Se2– Br–



- Sr2+ < Rb+ < Br– < Se2– < Te2–

Machine Translated by Google

7.4طاقة التأين

طاقة التأين للذرة أو الأيون هي الحد الأدنى من الطاقة المطلوبة لإزالة إلكترون من الحالة الأساسية للذرة أو الأيون الغازي المعزول. طاقة التأين الأولى، ، I1هي الطاقة اللازمة لإزالة أول الإلكترون من الذرة المحايدة.

$$Na(g) \longrightarrow Na^{+}(g) + e^{-}$$

طاقة التأين الثانية، ، I2هي الطاقة اللازمة لإزالة
الالكترون الثاني

$$Na^{+}(g) \longrightarrow Na^{2+}(g) + e^{-}$$

Machine Translated by Google

7.4طاقة التأين

الاختلافات في طاقات التأين المتعاقبة كلما زادت طاقة التأين، زادت صعوبة إزالتها

الالكترون.

وبالتالي، تزداد طاقات التأين لعنصر معين مع إزالة الإلكترونات المتعاقبة: ، I1 < I2 < I3

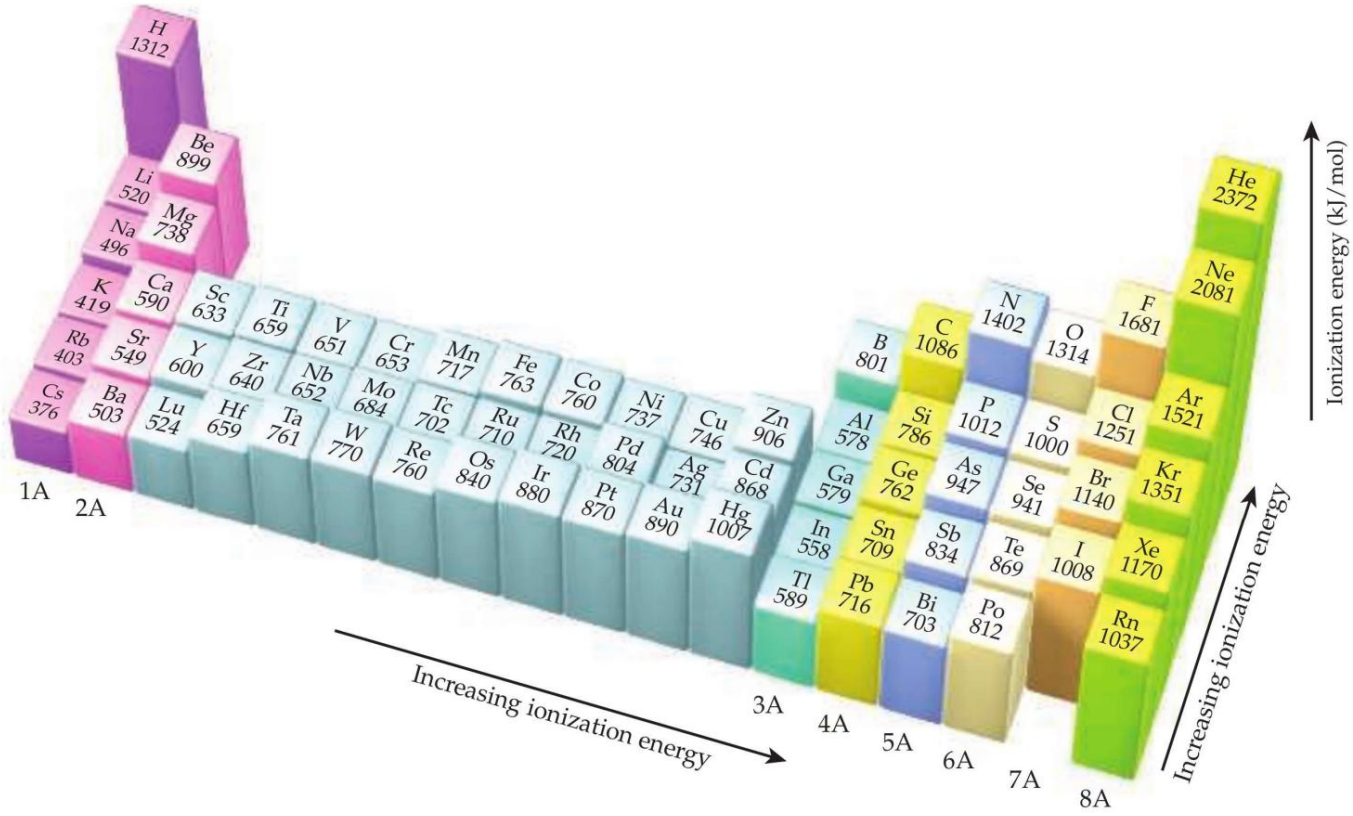
Machine Translated by Google

7.4طاقة التأين

الاتجاهات الدورية في طاقات التأين الأولى تزداد

فإنها تقل عمومًا عند التحرك إلى أسفل

أي عمود في الجدول الدوري.



▲ Figure 7.10 The first ionization energies of the elements in kJ/mol.

Machine Translated by Google

7.4طاقة التأين

تظهر عناصر الكتلة sوالكتلة pنطاقًا أكبر من قيم I1مقارنةً بعناصر المعادن الانتقالية.

بشكل عام، تزداد طاقات التأين للمعادن الانتقالية

ببطء من اليسار إلى اليمين في فترة ما.

عندما نتحرك عبر فترة، يكون هناك زيادة في الشحنة النووية الفعالة وانخفاض في نصف القطر الذري، مما يتسبب في زيادة طاقة التأين. عندما نتحرك إلى أسفل العمود، يزداد نصف القطر الذري، بينما تزداد الشحنة النووية الفعالة تدريجيًا فقط؛ تهيمن الزيادة في نصف القطر، وبالتالي تقل قوة الجذب بين النواة والإلكترون، مما يتسبب في انخفاض طاقة التأين.

Machine Translated by Google

7.4طاقة التأين

- المخالفات في فترة معينة دقيقة ولكنها لا تزال قابلة للإصلاح بسهولة تم شرحه.
- يحدث الانخفاض في طاقة التأين من البريليوم ([He]2s2)إلى البورون ،([He]2s2 2p1)لأن الإلكترون التكافؤي الثالث لـ Bيجب أن يشغل الغلاف الفرعي ،2pوهو فارغ لـ Be.
- الانخفاض الطفيف في طاقة التأين عند الانتقال من النيتروجين ([He]2s2 2p3)إلى الأكسجين (2p4 [He]2s2)هو نتيجة تنافر الإلكترونات المزدوجة في التكوين . p4

Machine Translated by Google

7.4طاقة التأين

التوزيعات الإلكترونية للأيونات عندما تتم إزالة الإلكترونات من الذرة لتكوين كاتيون، يتم إزالتها دائمًا أولاً من المدارات المشغولة التي لها أكبر عدد كمي رئيسي، n.

$$\mathrm{Li}(1s^2 2s^1) \Rightarrow \mathrm{Li}^+(1s^2) + \mathrm{e}^-$$

$$\mathrm{Fe}([\mathrm{Ar}]4s^2 3d^6) \Rightarrow \mathrm{Fe}^{2+}([\mathrm{Ar}]3d^6) + 2\,\mathrm{e}^-$$

$$\mathrm{Fe}^{2+}([\mathrm{Ar}]3d^6) \Rightarrow \mathrm{Fe}^{3+}([\mathrm{Ar}]3d^5) + \mathrm{e}^-$$

وهكذا، عند تكوين الأيونات، تفقد المعادن الانتقالية إلكترونات غلاف التكافؤ أولاً، ثم تفقد أكبر عدد ممكن من الإلكترونات dالمطلوبة للوصول إلى شحنة الأيون.

Machine Translated by Google

7.4طاقة التأين

إذا كان هناك أكثر من غلاف فرعي مشغول لقيمة معينة من n، تتم إزالة الإلكترونات أولاً من المدار ذي أعلى قيمة لـ

l.

$$\mathrm{Sn}([\mathrm{Kr}]5s^2 4d^{10} 5p^2) \Rightarrow \mathrm{Sn}^{2+}([\mathrm{Kr}]5s^2 4d^{10}) + 2\,\mathrm{e}^- \Rightarrow \mathrm{Sn}^{4+}([\mathrm{Kr}]4d^{10}) + 4\,\mathrm{e}^-$$

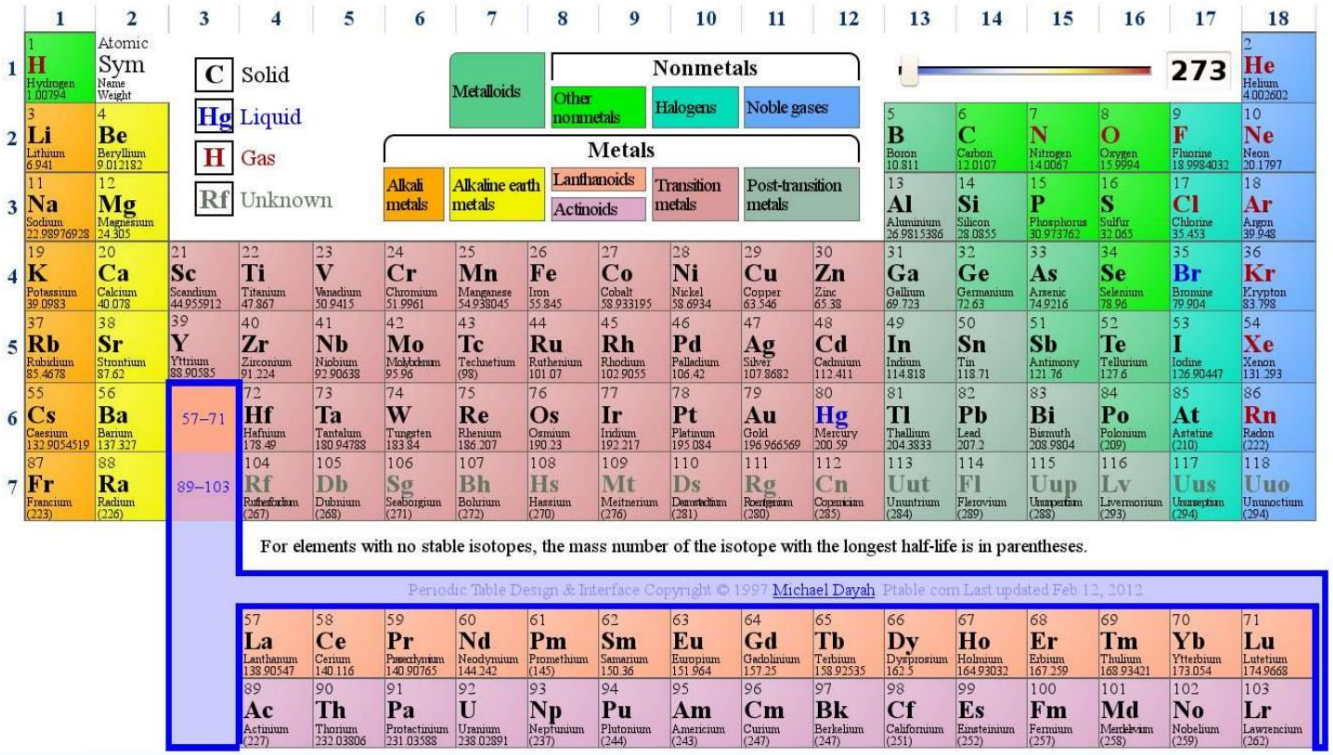
تضاف الإلكترونات المضافة إلى الذرة لتكوين أنيون إلى الفراغ
أو مداري ممتلئ جزئيًا له أقل قيمة لـ n.

$$\mathrm{F}(1s^2 2s^2 2p^5) + \mathrm{e}^- \Rightarrow \mathrm{F}^-(1s^2 2s^2 2p^6)$$

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 7.6

بالرجوع إلى الجدول الدوري، رتب الذرات Ne، Na، P، Ar، K حسب تزايد طاقة التأين الأولى.



- K < Na < P < Ar < Ne

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 7.7

اكتب التوزيعات الإلكترونية لـ

أ. Ca2+

$$^{20}\mathrm{Ca}: [\mathrm{Ar}]4s^2 \longrightarrow {}^{20}\mathrm{Ca}^{2+}: [\mathrm{Ar}]$$

ب. Co3+

$$^{27}\mathrm{Co}: [\mathrm{Ar}]4s^2 3d^7 \longrightarrow {}^{27}\mathrm{Co}^{3+}: [\mathrm{Ar}]3d^6$$

ج. س2-

$$^{16}\mathrm{S}: [\mathrm{Ne}]3s^2 3p^4 \longrightarrow {}^{16}\mathrm{S}^{2-}: [\mathrm{Ne}]3s^2 3p^6$$

Machine Translated by Google

7.5تقارب الإلكترون

جميع طاقات التأين للذرات موجبة: يجب امتصاص الطاقة لإزالة إلكترون.

$$\textit{Ionization energy:}\quad \mathrm{Cl}(g) \longrightarrow \mathrm{Cl}^{+}(g) + \mathrm{e}^{-} \qquad \Delta E = 1251\ \mathrm{kJ/mol}$$

التغيير في الطاقة الذي يحدث عند إضافة إلكترون إلى ذرة غازية يسمى تقارب الإلكترون لأنه يقيس جاذبية الذرة للإلكترون المضاف أو تقاربها. بالنسبة لمعظم الذرات، يتم إطلاق الطاقة عند إضافة إلكترون.

$$\textit{Electron affinity:}\quad \mathrm{Cl}(g) + \mathrm{e}^{-} \longrightarrow \mathrm{Cl}^{-}(g) \qquad EA = -349\ \mathrm{kJ/mol}$$

Machine Translated by Google

7.5تقارب الإلكترون

كلما زادت قوة الجذب بين الذرة والإلكترون المضاف، زادت سلبية ألفة الذرة للإلكترون. بالنسبة لبعض العناصر، مثل الغازات النبيلة، فإن ألفة الإلكترون لها قيمة موجبة، مما يعني أن الأنيون أعلى في الطاقة من الذرة المنفصلة والإلكترون:

$$\mathrm{Ar}(g) + \mathrm{e}^- \longrightarrow \mathrm{Ar}^-(g) \qquad EA > 0$$

حقيقة أن تقارب الإلكترون موجب تعني أن الإلكترون لن يرتبط بذرة الأرجون؛ بمعنى آخر، فإن أيون الأرجون غير مستقر ولا يتشكل.